

光照与近视发生发展的关系

赵宏伟^{1,2}, 黄一飞¹

作者单位:¹(100853)中国北京市,解放军总医院眼科;

²(100101)中国北京市,解放军第306医院眼科

作者简介:赵宏伟,男,在职博士研究生,主治医师,研究方向:屈光学。

通讯作者:黄一飞,男,主任医师,教授,博士研究生导师,中华医学会眼科学会角膜学组委员,全军眼科学会屈光学组组长,研究方向:角膜病、角膜移植、人工角膜、屈光学. huangyf301@gmail.com

收稿日期:2015-10-05 修回日期:2015-12-10

Relationship between light and the development of myopia

Hong-Wei Zhao^{1,2}, Yi-Fei Huang¹

¹Department of Ophthalmology, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ²Department of Ophthalmology, the No. 306 Hospital of PLA, Beijing 100101, China

Correspondence to: Yi-Fei Huang, Department of Ophthalmology, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China. huangyf301@gmail.com

Received: 2015-10-05 Accepted: 2015-12-10

Abstract

• Light is the basis of visual signal generated. Poor lighting phenomenon has an important influence on the refractive state of the eye development. With the trend of younger age of myopia onset, light in visual environment has become an important link of the occurrence and development of myopia. Light intensity, frequency, period rhythm and different wavelengths of light have a close relation with the occurrence and development of myopia. This article reviewed research progress on relation between the above parameters of light and myopia progression.

• KEYWORDS: light; parameter; myopia

Citation: Zhao HW, Huang YF. Relationship between light and the development of myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016; 16(1):74-76

摘要

光是视觉信号产生的基础。不良的光照现象对眼屈光状态的发育有重要影响。随着近视眼的低龄化发病趋势,视觉环境中光的因素已经成为近视发生和发展的重要环节。光照强度、频率、周期节律变化以及不同光波长均与近视的发生和发展有着密切关系。本文就光照的上述基本属性参数与近视关系的研究进行综述。

关键词:光照;参数;近视

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.1.19

引用:赵宏伟,黄一飞.光照与近视发生发展的关系.国际眼科杂志 2016;16(1):74-76

0 引言

近视是一个普遍性难题,其居高不下的发病率和不断提前的发病年龄,严重影响着人们的视觉质量和生活质量^[1]。光是人眼视网膜成像质量的先决条件。人眼在长期与光环境的适应过程中,产生了对光属性特征的和谐依赖。不良的光照现象将产生不正确的视觉信号,后者会引起眼球和视觉系统的异常发育,导致近视的发生和发展^[2]。本文就光照强度、周期节律、频率以及光波长等光属性特征与近视发生发展关系的研究进行综述。

1 光照强度与近视

1.1 明亮光与近视 一定强度的明亮光具有对近视眼发展的保护作用,且在一定范围内随着光照强度的升高,这种近视保护作用逐渐增强。Ashby等^[3]研究小组证实了光强度作为单一因素,在一定范围内有助于近视的延缓。该研究小组用不同强度的光照射形觉剥夺性小鸡近视眼模型后发现:与普通光照强度相比(500lx),随着光照强度的提高(15000lx和30000lx),延缓近视的作用逐渐增强,而低于普通光照明强度(50lx)并不能诱导出更明显的近视。Ashby等^[4]在用透镜诱导的小鸡近视眼模型研究中也证实,提高光照强度可以部分抵消负透镜诱导的近视眼发展,并进一步证实这种保护效应是通过提高多巴胺水平实现的。Hua等^[5]研究显示,适当提高学校教室内光照亮度可以显著降低儿童近视眼的发生率,延缓近视度数和眼轴的进展。上述研究不足之处在于没有就近视眼发生和发展的光照阈值强度进行进一步探讨。Karouta等^[6]对光强度的阈值与近视眼关系进行了动物模型的研究,发现每日接受4000lx的光照强度可以避免形觉剥夺型近视的发生。且随着光照强度的降低,形觉剥夺型近视的发生率和进展程度逐渐升高。自然光的光照强度大约在500lx左右,因此,上述研究结论在人类儿童近视眼防控的借鉴意义远远不够。Backhouse等^[7]对形觉剥夺性近视的小鸡研究发现,增强全天的光线强度比增加每天2h的强度,近视眼的抑制作用更强,该研究结论进一步推测,青少年近视眼预防治疗短期提高光线强度要逊色于长期提高光线强度。

1.2 明亮光抑制近视发展的机制研究 明亮光照射抑制近视眼发展的可能机制为提高多巴胺水平的释放。多巴胺是调控眼发育的视网膜神经递质之一,在眼正视化过程中发挥重要作用。已经证实在形觉剥夺性近视眼中视网膜多巴胺水平的抑制可以加速近视发展^[8]。Cohen等^[9]对不同可见光强度的研究中发现,在较低照度水平饲养的小鸡更容易发生近视,而在较高照度水平的条件

下更容易使小鸡保持正视化。Cohen 等^[10]进一步研究发现,这种在低照度水平饲养下发生近视的小鸡模型眼伴随着视网膜多巴胺的低水平表达,随着光照强度的提高,视网膜多巴胺水平释放增加,近视眼进展减缓。诸多研究^[11-13]显示户外运动较多的人群,近视眼的发生率较低。Feldkaemper 等^[14]认为这种户外运动对近视眼的保护作用部分归功于明亮光提高了视网膜多巴胺水平,从而延缓近视眼的发展。但 Romeo 等^[15]研究显示,但随着光照强度的进一步增强,成为一种白光污染现象时,高强度的光照射可以抑制人体内多巴胺的合成,成为近视眼发展的促进因素。因此,适度的光照强度是近视眼的保护因素,而过高或过低的光照均不利于近视眼的防控。

1.3 过强光与近视 尽管一定程度的提高光照强度可以延缓近视眼发生,但强度过高的光照即白光污染也可以产生近视。在用小鸡的动物模型研究发现,将出生 1d 的小鸡置于四周均为白墙面的地板上,白炽灯连续照射(白光污染)生长 6wk 后,小鸡的眼轴及屈光度增长,可诱发出近视眼模型^[16]。据测定:白粉墙光反射系数值 69%~80%,镜面玻璃光反射系数 82%~88%,特别是光滑的粉墙和洁白的书籍纸张系数值高达 90% 以上。视觉环境中的这种白光污染在生活中已经成为近视眼发展的重要因素。

1.4 过强光引起近视的可能机制 过强光导致一定程度的形觉剥夺,可能是近视眼发展的机制之一。眼的生长发育依赖于外界光线的合适刺激。视网膜的形觉剥夺是近视眼发生,尤其在眼正视化过程中近视眼发生的重要原因^[17]。而过强光使视网膜不能接受清晰的物像,在一定程度上产生了形觉剥夺,后者通过对巩膜的重塑,最终引起眼球的异常发育^[18-19]。过强光导致近视眼发展的另一种解释为调节过度。过强光可能通过引起眼的过度调节,导致近视发生或进展。Schaeffel 等^[20]认为眼的正常发育除了视网膜需感知清晰物像之外,睫状肌也需要感受正常的调节张力。人眼所能接受或长时间适应的是强度适中,节律合理的可见光。而过强光可以造成人眼睫状肌异常的调节张力,久而久之,睫状肌即处于痉挛状态,逐渐形成近视。

2 光照周期与近视

人眼在适应正常的生物节律过程中,产生了与人体本身生物节律的和谐适应。偏离人眼正常的光照生物节律周期对近视眼的发生将是一种不利因素。一般认为,正常的光照周期约为:光/暗=12h/12h。当这种光照周期节律发生变化时,眼球的屈光状态也随之变化。一种极端降低光/暗比值的光照周期现象如全部的暗环境,也就是完全的形觉剥夺。Vannas 等^[21]的一项研究,显示居住在极昼极夜的北极圈,近视眼新兵发生率较高,也佐证了眼发育存在合理的光照周期现象。而当偏离正常光照周期,增加光/暗比值时,也可以引起近视眼的发生。

Lan 等^[22]研究发现,每天持续 1~2h 的光照对于形觉剥夺型近视没有抑制作用,当每天光照时间达到 5h 以上时,即具有近视眼的抑制作用,每天光照时间在 10h 以上时并没有更强的近视眼抑制作用。Li 等^[23]的研究显示,持续给予 24h 光照可以引起幼鸡玻璃体腔延伸或前房深度增加,且这种效应是可逆的,将其给予正常光照周期时,诱导的近视可以自行恢复,进一步的研究认为,这种近视的发生可能与光照节律变化时褪黑素的释放有

关。Padmanabhan 等^[24]研究发现,用透镜诱导的远视幼鸡模型在正常光环境饲养下 2wk 可以恢复正常的屈光状态,但给予持续光照后 1wk 就可以恢复。提示连续的光照饲养可以破坏正视化进程。

光照的不同节律变化对近视形成的贡献有所不同。Zhou 等^[25]用小鼠饲养于 3 种不同的光/暗周期(18h/6h; 12h/12h 和 6h/18h),发现当延长照明时间时,可以引起小鼠玻璃体腔及眼轴延长、近视的发展。陈红娟等^[16]用出生 1d 的小鸡在白炽灯连续照射 6wk 后,即完全破坏正常光照的昼夜节律,也诱发了近视眼的发展。Lan 等^[22]和 Simon 等认为存在最佳的明暗节律现象,在光线明亮的低频周期的饱和效应可以提供最强的抑制作用^[7]。Li 等^[26]在用 20Hz 的闪烁光诱发的形觉剥夺性近视眼研究中,发现这种周期性的光照可能通过增加眼晶状体蛋白的含量,发挥近视眼的保护作用。

3 光照频率与近视

光照频率对近视眼的影响同样存在最佳的频率段,过高或过低的光照频率对近视眼发展均有促进作用。Cheng 等^[27]用闪烁光刺激(2s 开:2s 关),每分钟 15 次,6wk 后发现实验组较对照组产生了明显的近视表现。Yu 等^[28]用 250lux 光照强度,2Hz 频率照射小鼠发现可以诱导出近视,但这种近视程度低于完全的形觉剥夺。Di 等^[29]用不同频率光线刺激发现豚鼠,在照明强度为 500lux 下分别用 5、1、0.5、0.25、0.1Hz 进行昼夜各 50% 的照明发现,在 0.5Hz 产生了眼轴长度屈光度最大的变化。Di 等^[30]进一步研究认为 0.5Hz 闪烁光刺激可以通过改变眼视觉电生理,视网膜组织生长来最终改变眼球的正视化过程。

4 单色波长光与近视

不同波长的单色光对近视眼形成的作用不同。多数研究支持波长较长的单色光容易引起近视的观点。Liu 等^[31]研究婴儿恒河猴用准单色蓝光红光和白光着色发现,长波长光对于早期眼的发育存在负向作用。Long 等^[32]研究长波长单色光饲养的豚鼠可以诱导出明显近视,玻璃体腔显著延长。Wallace 对不同波长光线下研究发现,红光饲养下的小鸡更容易出现近视,而蓝光饲养下容易出现远视,且二者在一定条件下可以互相转变^[33]。也就是说,波长较长的光线更容易形成近视,而波长较短的光线对近视有正向作用,且这种环境光线的色彩变化可以引起近视与远视之间的互换,这种现象给临床上近视眼的防治提供了一定的思路。Gawne 等^[34]研究发现用闪烁蓝光可以引起-4.5D 的近视,而恒定蓝光刺激只导致-0.9D 近视,也说明单一短波长光照有助于延缓近视,且光照波长与频率存在交互效应。

Prepas^[35]研究认为巩膜胶原蛋白可以在紫外线照射下产生硬化重塑,说明紫外线的合理照射可以预防及控制近视眼的发生。临床上,紫外线角膜胶联技术已经成功运用于圆锥角膜,准分子激光术后角膜扩张等治疗。Justin 等也有同样的研究结论,在用结膜紫外线自发荧光,证实了紫外线的缓慢吸收有助于近视的延缓,且进一步证实了这种作用存在一定剂量的剂量依赖性^[36]。

但对于上述观点,也有不同质疑。Maimone^[37]认为:人类在漫长的森林进化过程中,适应了绿光环境。因为在这样的绿色环境中,近视将会是致命因素,因此,认为绿光有其独特的近视眼防御作用,错误调节绿色信号的生理机制可能会导致眼球过度发育从而导致近视。

5 总结与展望

综上所述,光照强度、周期节律、频率以及光波长等光自然属性特征与近视发生发展存在密切关系。偏离人眼接受的最佳光照参数范围能够引起眼球发育异常,近视的发生发展。但光照各属性参数并不是与近视眼的发生发展存在简单的线性相关,而是存在某种程度或范围的最佳适应。且日常生活中更为广泛存在的是光照各属性参数的共存现象,这种光照属性参数的网络交互效应是如何影响眼球发育,近视发展需要更为深入细致的研究。另外,光照对眼球发育影响的分子生物学机制尚远未阐明。因此,我们需要更为深入的研究各项光照参数的阈值范围与近视眼发生发展的关系,以其对临床上儿童近视眼的防控更具有指导价值,并希望对光照相关的法律法规的制定提供依据。

参考文献

- 1 Muskalski K. Myopia incidence among students. *Int J Adolesc Med Health* 1988;3(1):55-62
- 2 Wallman J, Winawer J. Homeostasis of eye growth and the question of myopia. *Neuron* 2004;43(4):447-468
- 3 Ashby R, Ohlendorf A, Schaeffel F. The effect of ambient illuminance on the development of deprivation myopia in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50(11):5348-5354
- 4 Ashby RS, Schaeffel F. The effect of bright light on lens compensation in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(10):5247-5253
- 5 Hua WJ, Jin JX, Wu XY, et al. Elevated light levels in schools have a protective effect on myopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 2015;35(3):252-262
- 6 Karouta C, Ashby RS. Correlation between light levels and the development of deprivation myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56(1):299-309
- 7 Backhouse S, Collins AV, Phillips JR. Influence of periodic vs continuous daily bright light exposure on development of experimental myopia in the chick. *Ophthalmic Physiol Optics* 2013;33(5):563-572
- 8 Huang F, Yan T, Shi F, et al. Activation of dopamine D2 receptor is critical for the development of form-deprivation myopia in the C57BL/6 mouse. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(9):5537-5544
- 9 Cohen Y, Belkin M, Yehezkel O, et al. Dependency between light intensity and refractive development under light-dark cycles. *Exper Eye Res* 2011;92(1):40-46
- 10 Cohen Y, Peleg E, Belkin M, et al. Ambient illuminance, retinal dopamine release and refractive development in chicks. *Exper Eye Res* 2012;103(10):33-40
- 11 Oner V, Bulut A, Oruc Y, et al. Influence of indoor and outdoor activities on progression of myopia during puberty. *Int Ophthalmol* 2015;6(2):1-5
- 12 Galvis V, Tello A, Castellanos YA, et al. Re: Wu et al.: Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children (Ophthalmology 2013; 120: 1080 - 1085). *Ophthalmology* 2014;121(4):e20
- 13 Wu PC, Tsai CL, Wu HL, et al. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology* 2013;120(5):1080-1085
- 14 Feldkaemper M, Schaeffel F. An updated view on the role of dopamine in myopia. *Exp Eye Res* 2013;114(9):106-119
- 15 Romeo S, Viaggi C, Di Camillo D, et al. Bright light exposure reduces TH-positive dopamine neurons: implications of light pollution in Parkinson's disease epidemiology. *Sci Rep* 2013;3:1395
- 16 陈红娟, 陈建英, 董玉芬, 等. 光污染对小鸡眼轴及屈光度的影响. *山东医药* 2011;51(1):31-32

- 17 Tkatchenko TV, Shen Y, Braun RD, et al. Photopic visual input is necessary for emmetropization in mice. *Exp Eye Res* 2013;115(10):87-95
- 18 Fang F, Pan M, Yan T, et al. The role of cGMP in ocular growth and the development of form-deprivation myopia in guinea pigs. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(13):7887-7902
- 19 Wang Q, Zhao G, Xing S, et al. Role of bone morphogenetic proteins in form-deprivation myopia sclera. *Mol Vis* 2011;17:647-657
- 20 Schaeffel F, Burkhardt E, Howland HC, et al. Measurement of refractive state and deprivation myopia in two strains of mice. *Optom Vis Sci* 2004;81(2):99-110
- 21 Vannas AE, Ying GS, Stone RA, et al. Myopia and natural lighting extremes: risk factors in Finnish army conscripts. *Acta Ophthalmol Scand* 2003;81(6):588-595
- 22 Lan W, Feldkaemper M, Schaeffel F. Intermittent episodes of bright light suppress myopia in the chicken more than continuous bright light. *PLoS One* 2014;9(10):e110906
- 23 Li T, Howland HC. The effects of constant and diurnal illumination of the pineal gland and the eyes on ocular growth in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(8):3692-3697
- 24 Padmanabhan V, Shih J, Wildsoet CF. Constant light rearing disrupts compensation to imposed - but not induced - hyperopia and facilitates compensation to imposed myopia in chicks. *Vis Res* 2007;47(14):1855-1868
- 25 Zhou X, An J, Wu X, et al. Relative axial myopia induced by prolonged light exposure in C57BL/6 mice. *Photochem Photobiol* 2010;86(1):131-137
- 26 Li S, Wu J, Ding H, et al. Flicker downregulates the content of crystallin proteins in form-deprived C57BL/6 mouse retina. *Exp Eye Res* 2012;101(8):1-8
- 27 Cheng ZY, Li JH, Li R, et al. Effects of flashing light on ocular growth and development of myopia in pigmented guinea pigs. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2004;40(9):601-604
- 28 Yu Y, Chen H, Tuo J, et al. Effects of flickering light on refraction and changes in eye axial length of C57BL/6 mice. *Ophthalmic Res* 2011;46(2):80-87
- 29 Di Y, Liu R, Chu RY, et al. Myopia induced by flickering light in guinea pigs: a detailed assessment on susceptibility of different frequencies. *Int J Ophthalmol* 2013;6(2):115-119
- 30 Di Y, Lu N, Li B, et al. Effects of chronic exposure to 0.5 Hz and 5 Hz flickering illumination on the eye growth of guinea pigs. *Curr Eye Res* 2013;38(11):1182-1190
- 31 Liu R, Hu M, He JC, et al. The effects of monochromatic illumination on early eye development in rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(3):1901-1909
- 32 Long Q, Chen D, Chu R. Illumination with monochromatic long-wavelength light promotes myopic shift and ocular elongation in newborn pigmented guinea pigs. *Cutan Ocul Toxicol* 2009;28(4):176-180
- 33 Foulds WS, Barathi VA, Luu CD. Progressive myopia or hyperopia can be induced in chicks and reversed by manipulation of the chromaticity of ambient light. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(13):8004-8012
- 34 Gawne T SJJ, Ward A. How does the neural retina process optical blur? Insights from emmetropization. *J Vis* 2015;15(12):252
- 35 Prepas SB. Light, literacy and the absence of ultraviolet radiation in the development of myopia. *Med Hypotheses* 2008;70(3):635-637
- 36 Sherwin JC, Hewitt AW, Coroneo MT, et al. The association between time spent outdoors and myopia using a novel biomarker of outdoor light exposure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(8):14363-14370
- 37 Maimone PE. Green light in the development of myopia. *Med Hypotheses* 2008;71(1):149